

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 8月28日

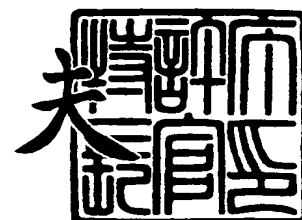
出願番号  
Application Number: 特願2003-304364  
[ST. 10/C]: [JP2003-304364]

出願人  
Applicant(s): HOYA株式会社

2004年 4月 1日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3027204

【書類名】 特許願  
【整理番号】 A35106H  
【提出日】 平成15年 8月28日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HOYA株式会社内  
    【氏名】 藤原 康裕  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HOYA株式会社内  
    【氏名】 鄒 学禄  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000113263  
    【氏名又は名称】 HOYA株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 110000109  
    【氏名又は名称】 特許業務法人特許事務所サイクス  
    【代表者】 今村 正純  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003-113282  
    【出願日】 平成15年 4月17日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 170347  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0205374

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ を、任意成分として $B_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $Bi_2O_3$ の含有量が4重量%超かつ15モル%以下、 $Li_2O$ の含有量が3重量%超かつ15重量%以下、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量が25～45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッベ数 ( $\nu d$ ) が18～30であることを特徴とする精密プレス成形用の光学ガラス。

**【請求項 2】**

必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 、 $B_2O_3$ を、任意成分として $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $Bi_2O_3$ の含有量が0.5～15モル%、 $Li_2O$ の含有量が3重量%超かつ15重量%以下、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量が25～45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッベ数 ( $\nu d$ ) が18～30であることを特徴とする精密プレス成形用の光学ガラス。

**【請求項 3】**

必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ を、任意成分として $B_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $WO_3$ の含有量が15重量%未満、 $Bi_2O_3$ の含有量が0.5～15モル%、 $Li_2O$ の含有量が3重量%超かつ15重量%以下、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量が25～45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッベ数 ( $\nu d$ ) が18～30であることを特徴とする精密プレス成形用の光学ガラス。

**【請求項 4】**

$P_2O_5$  16～30モル%、 $Nb_2O_5$  5～25モル%、 $WO_3$  1～40モル%、 $TiO_2$  1～10モル%、 $Bi_2O_3$  0.5～15モル% (但し、 $Bi_2O_3$  4重量%超、かつ $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量 25～45モル%)、 $Li_2O$  4～25モル% (但し、3重量%超)、 $Na_2O$  4～25モル%、 $K_2O$  0～15モル% (但し、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計量42モル%以下)、 $B_2O_3$  0～15モル%、 $BaO$  0～15モル%、 $ZnO$  0～12モル%、 $Sb_2O_3$  0～1モル%、 $As_2O_3$  0～1モル%を含有し、上記成分の合計量が98モル%以上であることを特徴とする光学ガラス。

**【請求項 5】**

$P_2O_5$  16～30モル%、 $Nb_2O_5$  5～25モル%、 $WO_3$  1～40モル%、 $TiO_2$  1～10モル%、 $Bi_2O_3$  0.5～15モル% (但し、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量 25～45モル%)、 $Li_2O$  4～25モル% (但し、3重量%超。)、 $Na_2O$  4～25モル%、 $K_2O$  0～15モル% (但し、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計量42モル%以下)、 $B_2O_3$  0モル%超かつ15モル%以下、 $BaO$  0～15モル%、 $ZnO$  0～12モル%、 $Sb_2O_3$  0～1モル%、 $As_2O_3$  0～1モル%を含有し、上記成分の合計量が98モル%以上であることを特徴とする光学ガラス。

**【請求項 6】**

$P_2O_5$  16～30モル%、 $Nb_2O_5$  5～25モル%、 $WO_3$  1～40モル% (但し、15重量%未満。)、 $TiO_2$  1～10モル%、 $Bi_2O_3$  0.5～15モル% (但し、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量 25～45モル%)、 $Li_2O$  4～25モル% (但し、3重量%超。)、 $Na_2O$  4～25モル%、 $K_2O$  0～15モル% (但し、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計量42モル%以下)、 $B_2O_3$  0～15モル%、 $BaO$  0～15モル%、 $ZnO$  0～12モル%、 $Sb_2O_3$  0～1モル%、 $As_2O_3$  0～1モル%を含有し、上記成分の合計量が98モル%以上であることを特徴とする光学ガラス。

**【請求項 7】**

屈折率(nd)が1.75～2.0かつアッベ数 ( $\nu d$ ) が18～30であることを特徴とする請求項 4～6 のいずれかに記載の光学ガラス。

**【請求項 8】**

請求項 1～6 のいずれかに記載の光学ガラスよりなる精密プレス成形用プリフォーム。

**【請求項 9】**

必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ を、任意成分として $B_2O_3$ 、 $B$

aO、ZnO、K<sub>2</sub>O、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含有し、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量が4重量%超かつ15モル%以下、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>及びBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の合計量が25～45モル%、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O及びK<sub>2</sub>Oの合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッペ数(ν<sub>d</sub>)が18～30である光学ガラスからなり、熔融状態の前記ガラスの塊を固化し、機械加工することなしに形成されたものであることを特徴とする精密プレス成形用プリフォーム。

【請求項 1 0】

必須成分としてP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を、任意成分としてBaO、ZnO、K<sub>2</sub>O、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含有し、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量が0.5～15モル%、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>及びBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の合計量が25～45モル%、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O及びK<sub>2</sub>Oの合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッペ数(ν<sub>d</sub>)が18～30である光学ガラスからなり、熔融状態の前記ガラスの塊を固化し、機械加工することなしに形成されたものであることを特徴とする精密プレス成形用プリフォーム。

【請求項 1 1】

必須成分としてP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>Oを、任意成分としてB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO、ZnO、K<sub>2</sub>O、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含有し、WO<sub>3</sub>の含有量が15重量%未満、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量が0.5～15モル%、3重量%超かつ15重量%以下、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>及びBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の合計量が25～45モル%、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O及びK<sub>2</sub>Oの合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッペ数(ν<sub>d</sub>)が18～30である光学ガラスからなり、熔融状態の前記ガラスの塊を固化し、機械加工することなしに形成されたものであることを特徴とする精密プレス成形用プリフォーム。

【請求項 1 2】

流出する熔融ガラスから所定重量の熔融ガラス塊を分離して、前記重量の請求項 1～7のいずれかに記載の光学ガラスよりなるプレス成形用プリフォームを成形することを特徴とするプレス成形用プリフォームの製造方法。

【請求項 1 3】

精密プレス成形品であって、請求項 1～7のいずれかに記載の光学ガラスよりなる光学素子。

【請求項 1 4】

請求項 8～11に記載の精密プレス成形用プリフォームまたは請求項 12に記載の製造方法により作製された精密プレス成形用プリフォームを精密プレス成形して得られる光学素子。

【請求項 1 5】

請求項 8～11のいずれかに記載のプレス成形用プリフォーム又は請求項 12に記載の製造方法により作製されたプレス成形用プリフォームを加熱して精密プレス成形することを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項 1 6】

プレス成形型に前記プリフォームを導入し、プレス成形型と前記プリフォームを一緒に加熱し、精密プレス成形することを特徴とする請求項 15に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 1 7】

プレス成形型と前記プリフォームを別々に予熱し、予熱したプリフォームをプレス成形型に導入して精密プレス成形することを特徴とする請求項 15に記載の光学素子の製造方法。

## 【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学ガラス、プレス成形用プリフォーム及びその製造方法、光学素子及びその製造方法

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高屈折率、高分散、低転移温度の光学ガラス、前記ガラスからなる精密プレス成形用プリフォーム及びその製造方法、並びに前記光学ガラスよりなる光学素子及びその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

高屈折率・高分散の光学ガラスを使用したレンズ、特に非球面レンズは、光学設計上非常に有効なため、このような光学素子を精密プレス成形によって作製しようとする試みが行なわれている。精密プレス成形においてプレス成形型の寿命を長くするにはプレス成形時の温度を低温化することが効果的である。そのため、従来の高屈折率・高分散の精密プレス成形用ガラスでは、酸化鉛を多量に含有させることにより低軟化性を付与していた。例えば、特許文献1(特開平1-308843号公報)にはPbOを30~58重量%含有するガラスが開示されている。また、特許文献2(特開平7-247135号公報)にはPbOを25~54重量%含有するガラスが開示されている。しかし、通常、精密プレス成形は、プレス成形型、特に成形面の酸化を防ぐために不活性雰囲気或いは弱還元雰囲気のもとで行われており、ガラス成分中に酸化鉛が多量に含まれている前述のガラスなどを精密プレス成形した場合、ガラス表面にある酸化鉛が還元されガラス表面に金属鉛として析出してしまふ。そして、それがプレス成形型に付着するなどしてプレス成形型の転写成形面の面精度が維持されないだけでなく、型に付着する金属鉛を取り除くメンテナンスが必要となり、量産化に適さない。また、多くの酸化鉛を含有する上記特許文献1及び2に開示されているガラスの熔解は環境上の問題も生じ得る。よって、前述の特許文献1及び2に開示されているガラスは、精密プレス用ガラスとして適当ではない。

## 【0003】

なお、現在市販されている光学ガラスの中には、特許文献3(特開昭62-3103号公報)に開示されているような酸化鉛を含まずに軽量化した高屈折率高分散光学ガラスがある。しかし、これらのガラスは精密プレス成形用として使用した場合、精密プレス成形温度が650℃以上と高いため、精密プレス成形用型材の劣化が著しく、量産化は非常に困難であり実用的でない。また、ガラス自体も不安定であるため、精密プレス成形中にガラス中に結晶が析出しやすく、たとえ高温に耐える型材を使用したとしても、精密プレス成形品の歩留まりが非常に悪くなるという問題が生じてくる。即ち、精密プレス成形温度が高ければ高いほど型材の酸化や劣化の問題が生じ、成形面の面精度の保持が難しくなり、精密プレス成形による光学素子の量産化は困難である。よって、精密プレス成形用高屈折率・高分散光学ガラスには鉛を含まず、転移温度や屈伏点温度ができるだけ低いものが要求される。

## 【0004】

例えば、特許文献4(特開平5-51233号公報)には重量%表示で、SiO<sub>2</sub> 10~20%、GeO<sub>2</sub> 3~15%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0~7%、かつSiO<sub>2</sub>、GeO<sub>2</sub>、及びB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の合計量が20~27%、TiO<sub>2</sub> 19~29%、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 17~29%、BaO 0~7%、かつNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TiO<sub>2</sub>、及びBaOの合計量が44~54%、Li<sub>2</sub>O 0~3%、Na<sub>2</sub>O 7~18%、K<sub>2</sub>O 0~22%、Cs<sub>2</sub>O 0~20%、かつLi<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、及びCs<sub>2</sub>Oの合計量が24~33%の組成で、屈伏点温度550℃以下、屈折率が1.76以上、アッベ数が26.5以下である高屈折率高分散光学ガラスが開示されている。このガラスは低温化の目的は達成しているものの、多量のTiO<sub>2</sub>の使用によるガラスの着色や、量産化に際してのガラスの熔融性及び安定性などに問題があった。また、必須成分のGeO<sub>2</sub>は非常に高価な成分であるため、光学ガラスレンズの低コスト化に不適である。さらに、特許文献4に記載のガラスは、液相温度が高く、軟化点付近での失透傾向も強いため、精密プレス用ガラスプリフォームの作成も困難であり、精密プレス用ガラスとしては適さない。

## 【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】 特開平1-308843号公報

【特許文献 2】 特開平7-247135号公報

【特許文献 3】 特開昭62-3103号公報

【特許文献 4】 特開平5-51233号公報

## 【 0 0 0 6 】

通常のプレス成形は、ガラスの屈伏点温度よりおよそ20～60℃高い温度範囲で実施される。ガラスの屈伏点温度が600℃を超えると、プレス温度は620℃以上となるため、ガラスの表面に付着しているOH基が型材と反応して分解してしまう。このような分解反応はプレス成形されたガラスレンズの表面に多数の泡を残してしまうため、精密成形されたレンズの転写面に面精度が維持されなくなるばかりでなく、型材の表面に傷をつけてしまい、量産化に不適當であることが明白である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 7 】

従って、本発明は、高屈折率高分散特性を有し、精密プレス成形に好適な光学ガラス、前記ガラスよりなる精密プレス成形用プリフォームとその製造方法、ならびに前記光学ガラスよりなる光学素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するための手段は以下のとおりである。

(請求項 1)

必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ を、任意成分として $B_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $Bi_2O_3$ の含有量が4重量%超かつ15モル%以下、 $Li_2O$ の含有量が3重量%超かつ15重量%以下、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量が25～45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッペ数( $\nu_d$ )が18～30であることを特徴とする精密プレス成形用の光学ガラス。

(請求項 2)

必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 、 $B_2O_3$ を、任意成分として $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $Bi_2O_3$ の含有量が0.5～15モル%、 $Li_2O$ の含有量が3重量%超かつ15重量%以下、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量が25～45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッペ数( $\nu_d$ )が18～30であることを特徴とする精密プレス成形用の光学ガラス。

(請求項 3)

必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ を、任意成分として $B_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $WO_3$ の含有量が15重量%未満、 $Bi_2O_3$ の含有量が0.5～15モル%、 $Li_2O$ の含有量が3重量%超かつ15重量%以下、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量が25～45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッペ数( $\nu_d$ )が18～30であることを特徴とする精密プレス成形用の光学ガラス。

(請求項 4)

$P_2O_5$  16～30モル%、 $Nb_2O_5$  5～25モル%、 $WO_3$  1～40モル%、 $TiO_2$  1～10モル%、 $Bi_2O_3$  0.5～15モル% (但し、 $Bi_2O_3$  4重量%超、かつ $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量 25～45モル%)、 $Li_2O$  4～25モル% (但し、3重量%超。)、 $Na_2O$  4～25モル%、 $K_2O$  0～15モル% (但し、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計量42モル%以下)、 $B_2O_3$  0～15モル%、 $BaO$  0～15モル%、 $ZnO$  0～12モル%、 $Sb_2O_3$  0～1モル%、 $As_2O_3$  0～1モル%を含有し、上記成分の合計量が98モル%以上であることを特徴とする光学ガラス。

(請求項 5)

$P_2O_5$  16~30モル%、 $Nb_2O_5$  5~25モル%、 $WO_3$  1~40モル%、 $TiO_2$  1~10モル%、 $Bi_2O_3$  0.5~15モル% (但し、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$  及び  $Bi_2O_3$  の合計量 25~45モル%)、 $Li_2O$  4~25モル% (但し、3重量%超。)、 $Na_2O$  4~25モル%、 $K_2O$  0~15モル% (但し、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$  及び  $K_2O$  の合計量42%以下)、 $B_2O_3$  0モル%超かつ15モル%以下、 $BaO$  0~15モル%、 $ZnO$  0~12モル%、 $Sb_2O_3$  0~1モル%、 $As_2O_3$  0~1モル%を含有し、上記成分の合計量が98モル%以上であることを特徴とする光学ガラス。

(請求項 6)

$P_2O_5$  16~30モル%、 $Nb_2O_5$  5~25モル%、 $WO_3$  1~40モル% (但し、15重量%未満。)、 $TiO_2$  1~10モル%、 $Bi_2O_3$  0.5~15モル% (但し、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$  及び  $Bi_2O_3$  の合計量 25~45モル%)、 $Li_2O$  4~25モル% (但し、3重量%超。)、 $Na_2O$  4~25モル%、 $K_2O$  0~15モル% (但し、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$  及び  $K_2O$  の合計量42モル%以下)、 $B_2O_3$  0~15モル%、 $BaO$  0~15モル%、 $ZnO$  0~12モル%、 $Sb_2O_3$  0~1モル%、 $As_2O_3$  0~1モル%を含有し、上記成分の合計量が98モル%以上であることを特徴とする光学ガラス。

(請求項 7)

屈折率(nd)が1.75~2.0かつアッペ数 ( $\nu_d$ ) が18~30であることを特徴とする請求項 4~6 のいずれかに記載の光学ガラス。

(請求項 8)

請求項 1~7 のいずれかに記載の光学ガラスよりなる精密プレス成形用プリフォーム。

(請求項 9)

必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ を、任意成分として $B_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $Bi_2O_3$ の含有量が4重量%超かつ15モル%以下、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$  及び  $Bi_2O_3$  の合計量が25~45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$  及び  $K_2O$  の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75~2.0、アッペ数 ( $\nu_d$ ) が18~30である光学ガラスからなり、熔融状態の前記ガラスの塊を固化し、機械加工することなしに形成されたものであることを特徴とする精密プレス成形用プリフォーム。

(請求項 10)

必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 、 $B_2O_3$ を、任意成分として $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $Bi_2O_3$ の含有量が0.5~15モル%、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$  及び  $Bi_2O_3$  の合計量が25~45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$  及び  $K_2O$  の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75~2.0、アッペ数 ( $\nu_d$ ) が18~30である光学ガラスからなり、熔融状態の前記ガラスの塊を固化し、機械加工することなしに形成されたものであることを特徴とする精密プレス成形用プリフォーム。

(請求項 11)

必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ を、任意成分として $B_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $WO_3$ の含有量が15重量%未満、 $Bi_2O_3$ の含有量が0.5~15モル%、 $Li_2O$ の含有量が3重量%超かつ15重量%以下、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$  及び  $Bi_2O_3$  の合計量が25~45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$  及び  $K_2O$  の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75~2.0、アッペ数 ( $\nu_d$ ) が18~30である光学ガラスからなり、熔融状態の前記ガラスの塊を固化し、機械加工することなしに形成されたものであることを特徴とする精密プレス成形用プリフォーム。

(請求項 12)

流出する熔融ガラスから所定重量の熔融ガラス塊を分離して、前記重量の請求項 1~7 のいずれかに記載の光学ガラスよりなるプレス成形用プリフォームを成形することを特徴とするプレス成形用プリフォームの製造方法。

(請求項 13)

精密プレス成形品であって、請求項 1~7 のいずれかに記載の光学ガラスよりなる光学素子。

(請求項 1 4)

請求項 8 ~ 1 1 に記載の精密プレス成形用プリフォームまたは請求項 1 2 に記載の製造方法により作製された精密プレス成形用プリフォームを精密プレス成形して得られる光学素子。

(請求項 1 5)

請求項 8 ~ 1 1 のいずれかに記載のプレス成形用プリフォーム又は請求項 1 2 に記載の製造方法により作製されたプレス成形用プリフォームを加熱して精密プレス成形することを特徴とする光学素子の製造方法。

(請求項 1 6)

プレス成形型に前記プリフォームを導入し、プレス成形型と前記プリフォームを一緒に加熱し、精密プレス成形することを特徴とする請求項 1 5 に記載の光学素子の製造方法。

(請求項 1 7)

プレス成形型と前記プリフォームを別々に予熱し、予熱したプリフォームをプレス成形型に導入して精密プレス成形することを特徴とする請求項 1 5 に記載の光学素子の製造方法。

【発明の効果】

【0 0 0 9】

本発明によれば、高屈折率・高分散特性、低軟化性、優れた耐失透性を兼ね備える光学ガラスを提供することができる。

また、上記光学ガラスよりなり、安定した精密プレス成形を可能にするプレス成形用プリフォーム及びその製造方法を提供することもできる。

さらに、上記プリフォームを加熱し、精密プレス成形することにより高屈折率・高分散特性を有する光学ガラスよりなる非球面レンズ等の光学素子、並びに前記光学素子を生産性よく製造することができる光学素子の製造方法を提供することもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 1 0】

[光学ガラス及びその製造方法]

本発明者らは、上記の目的を達成するため、種々の実験を基に検討した結果、 $P_2O_5-Nb_2O_5-TiO_2-Li_2O-Na_2O$ 系ガラスに $Bi_2O_3$ と $WO_3$ の導入することにより、転移温度 ( $T_g$ ) を $530^{\circ}C$ 以下、屈伏点温度 ( $T_s$ ) を $560^{\circ}C$ 以下に抑えるとともに、屈折率 ( $nd$ ) が $1.75$ 以上と高く、アッペ数 ( $v_d$ ) が $30$ 以下と小さく、かつ安定性や量産性に優れた高屈折率・高分散の精密プレス成形用光学ガラスを開発し、本発明を完成した。本発明の光学ガラスには第1の態様 (以下、ガラス(1) という。) と第2の態様 (以下、ガラス(2) という。) がある。そして、ガラス(1) には、ガラス(1-1) ~ (1-3) [請求項 1 ~ 3 に対応] という3つの態様があり、ガラス(2) には、ガラス(2-1) ~ (2-3) [請求項 4 ~ 6 に対応] という3つの態様がある。

【0 0 1 1】

(ガラス(1))

ガラス(1)は、必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ を、任意成分として $B_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $Bi_2O_3$ の含有量が $0.5 \sim 15$ モル%、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量が $25 \sim 45$ モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計含有量が $42$ モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が $98$ モル%以上であり、屈折率( $nd$ )が $1.75 \sim 2.0$ 、アッペ数 ( $v_d$ ) が $18 \sim 30$ であることを特徴とする精密プレス成形用の光学ガラスである。

ガラス(1-1)は、ガラス(1)であって、 $Bi_2O_3$ の含有量が4重量%超かつ15モル%以下、 $Li_2O$ の含有量が3重量%超かつ15重量%以下のガラスであり、 $Bi_2O_3$ を比較的多く導入することにより、ガラスの安定性、耐候性をより高めたものである。

ガラス(1-2)は、ガラス(1)であって、必須成分として $B_2O_3$ を含むとともに、 $Li_2O$ の含有量が3重量%超かつ15重量%以下のガラスであり、 $B_2O_3$ を導入することにより、熔融性を高めるとともに後述するように精密プレス成形時のガラスの発泡をより効果



的に抑えることができる。

ガラス (1-3) は、ガラス (1) であって、 $\text{WO}_3$  の含有量が 15 重量%未満、 $\text{Li}_2\text{O}$  の含有量が 3 重量%超かつ 15 重量%以下のガラスであり、 $\text{WO}_3$  の量を比較的少なくすることにより、熔融ガラスから直接、プリフォームを成形しやすくするとともに、精密プレス成形時のガラスの発泡をより効果的に抑えることができる。

#### 【0012】

ガラス (1) において、高屈折率高分散特性を付与しつつ、耐候性、安定性を維持あるいは高める上で、ガラス (1-2) およびガラス (1-3) においては、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$  の含有量を 0.5~15 モル%にすることが好ましい。また、ガラス (1-1) ~ (1-3) のいずれにおいても  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  の含有量が 2 モル%超かつ 15 モル%以下であることが好ましい。

#### 【0013】

ガラス (1) において、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  を必須成分とするのは、安定性、低軟化性、高屈折率高分散特性を付与するためである。

ガラス (1) において、任意成分として  $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{As}_2\text{O}_3$  を含有するのは、熔融性及び品質の向上、低軟化性と高屈折率高分散特性の付与、プレス成形時のガラスの発泡防止のためである。但し、前述のように、ガラス (1-2) においては、 $\text{B}_2\text{O}_3$  を必須成分として含む。

#### 【0014】

$\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{TiO}_2$  及び  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  の合計量は 25~45 モル%であるが、45 モル%を超えると高屈折率高分散特性は得られるもの熔解したガラスが着色し易くなり、失透安定性も悪化する。一方、25 モル%未満になると、所要の光学特性を得にくくなる。

$\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  及び  $\text{K}_2\text{O}$  の合計含有量が 42 モル%以下であることで、所要の光学恒数及び耐候性を得つつ、精密プレス成形に好適な低軟化性を向上することができる。

前記必須成分と任意成分の合計量が 98 モル%以上であることで、上記の諸性質を向上することができる。

#### 【0015】

本発明のガラス (1) は、高屈折率高分散特性を有する物であるが、屈折率 (nd) 1.75~2.0 が、本発明の目的とする高屈折率であり、アッベ数 ( $\nu_d$ ) 18~30 が、本発明の目的とする高分散特性である。

#### 【0016】

(ガラス (2))

ガラス (2) は、モル%表示で、 $\text{P}_2\text{O}_5$  16~30%、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  5~25%、 $\text{WO}_3$  1~40%、 $\text{TiO}_2$  1~10%、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$  0.5~15% (但し、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{TiO}_2$  及び  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  の合計量 25~45%)、 $\text{Li}_2\text{O}$  4~25%、 $\text{Na}_2\text{O}$  4~25%、 $\text{K}_2\text{O}$  0~15% (但し、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  及び  $\text{K}_2\text{O}$  の合計量 42%未満)、 $\text{B}_2\text{O}_3$  0~15%、 $\text{BaO}$  0~15%、 $\text{ZnO}$  0~12%、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$  0~1%、 $\text{As}_2\text{O}_3$  0~1% を含有し、上記成分の合計量が 98%以上であることを特徴とする光学ガラスである。

#### 【0017】

ガラス (2-1) は、ガラス (2) であって、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$  の含有量が 4 重量%超かつ 15 モル%以下、 $\text{Li}_2\text{O}$  の含有量が 4~25 モル% (但し、3 重量%超) のガラスであり、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$  を比較的多く導入することにより、ガラスの安定性、耐候性をより高めたものである。

#### 【0018】

ガラス (2-2) は、ガラス (2) であって、必須成分として  $\text{B}_2\text{O}_3$  を含む ( $\text{B}_2\text{O}_3$  の含有量は 0 モル%超である) もとともに、 $\text{Li}_2\text{O}$  の含有量が 4~25 モル% (但し、3 重量%超) のガラスであり、 $\text{B}_2\text{O}_3$  を導入することにより、熔融性を高めるとともに後述するように精密プレス成形時のガラスの発泡をより効果的に抑えることができる。

#### 【0019】

ガラス (2-3) は、ガラス (2) であって、 $\text{WO}_3$  の含有量が 15 重量%未満、 $\text{Li}_2\text{O}$  の含有量が 4~25 モル% (但し、3 重量%超) のガラスであり、 $\text{WO}_3$  の量を比較的少なくすることにより、熔融ガラスから直接、プリフォームを成形しやすくするとともに、精密プレス成形時のガラスの発泡をより効果的に抑えることができる。

## 【0020】

ガラス(2)において、高屈折率高分散特性を付与しつつ、耐候性、安定性を維持あるいは高める上で、ガラス(2-2)およびガラス(2-3)において、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ の含有量を0.5~15モル%にすることが好ましい。また、ガラス(2-1)~(2-3)のいずれにおいても $\text{Bi}_2\text{O}_3$ の含有量が2モル%超かつ15モル%以下であることが好ましい。

本発明のガラス(2)においても、高屈折率高分散特性を有する物であることが好ましく、高屈折率とは、例えば、屈折率(nd)1.75~2.0であり、高分散特性とは、アッペ数(vd)18~30である。

## 【0021】

次にガラス(2)における各成分の働きについて説明する。なおガラス(1)における各成分の働きもほぼ同じである。以下、各成分の含有量及び合計量はモル%表示とする。

## 【0022】

$\text{P}_2\text{O}_5$ は、ガラスの網目構造の形成物であり、ガラスに製造可能な安定性を持たせるための必須成分である。しかし、 $\text{P}_2\text{O}_5$ の含有量は30モル%を超えると、ガラスの転移温度や屈伏点温度の上昇、屈折率の低下及びアッペ数の増加を招くのに対し、16モル%未満では、ガラスの失透傾向が強くなりガラスが不安定となるので、 $\text{P}_2\text{O}_5$ の含有量は16~30モル%の範囲とする。好ましくは17~28モル%の範囲である。

## 【0023】

$\text{Nb}_2\text{O}_5$ も本発明の必須成分であり、 $\text{PbO}$ を使用せずにガラスに高屈折率・高分散などの特性を付与するために欠かせない、非常に重要な働きをする成分である。しかし、その導入量が25モル%を超えると、ガラスの転移温度や屈伏点温度が高くなり、安定性も悪化し、高温溶解性も悪くなる一方、ガラスが精密プレス成形時に発泡や着色しやすくなるという欠点がある。一方、その導入量が5モル%未満になると、ガラスの屈折率が低下し、分散も小さくなるので、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ の含有量は5~25モル%の範囲で適当である。好ましくは10~25モル%、より好ましくは12~23モル%の範囲である。

## 【0024】

$\text{WO}_3$ も本発明の必須成分であり、 $\text{PbO}$ を使用することなしに低融点で、しかも高屈折率高分散特性をガラスに与えることのできる、有効な成分である。 $\text{WO}_3$ はアルカリ金属酸化物と同様にガラスの転移温度や屈伏点温度を下げる働きを示し、また、屈折率を上げる効果がある。さらにガラスとプレス成形型との濡れ性を抑制する効果があるため、精密プレス成形の際にガラスの離型を良好にする効果を奏する。しかし、 $\text{WO}_3$ を40モル%を超えて導入すると、ガラスが着色しやすくなり、ガラスの高温粘性も低くなるので、熔融ガラスから直接、精密プレス用プリフォームを成形することが難しくなる。また、1モル%未満ではガラスの転移温度や屈伏点温度が高くなり、精密プレス成形時にガラスが発泡しやすくなるので、その含有量を1~40モル%の範囲とする。好ましくは2~40モル%の範囲であり、より好ましくは2.5~30モル%の範囲である。但し、ガラス(1-3)およびガラス(2-3)においては、 $\text{WO}_3$ を15重量%未満とする。ガラス(1-1)、ガラス(1-2)、ガラス(2-1)およびガラス(2-2)においても重量%表示による $\text{WO}_3$ の好ましい導入量として15重量%未満を目安にすることができ。また、ガラス(1-1)~(2-3)のいずれにおいても、重量%表示による好ましい $\text{WO}_3$ の導入量として14.5重量%以下、さらに好ましい導入量として14重量%以下を目安にすることができ。

## 【0025】

$\text{TiO}_2$ も本発明の必須成分でガラスの屈折率や分散性を高め、失透安定性を向上させる効果がある。しかし、その含有量が1モル%未満ではガラスの屈折率や分散が低下し、ガラスの安定性も悪化する恐れがある。一方、10モル%を超えると、ガラスの失透安定性が急激に悪化し、屈伏点温度も液相温度も急上昇し、精密プレス成形時にガラスが着色しやすくなるので、その導入量は1~10モル%の範囲に制限される。好ましくは2~8モル%の範囲である。

## 【0026】

$\text{Bi}_2\text{O}_3$ も本発明の必須成分であり、ガラスに高い屈折率や高い分散性を持たせ、また、ガラスの耐候性や安定性を高める上で有効な成分である。しかし、その導入量が15モル%を超えると、ガラスは逆に失透しやすくなり、また着色しやすくなる。一方、その導入量が0.5モル%未満では屈折率が低下し、分散も小さくなるので、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ の含有量は0.5~15モル%の範囲で適当である。好ましくは1~15モル%、より好ましくは2モル%超かつ15モル%以下、さらに好ましくは2モル%超かつ10モル%以下の範囲である。但し、ガラス(1-1)および(2-1)においては、耐候性や安定性をより一層高めるため、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ を4重量%超導入する。ガラス(1-2)、(1-3)、(2-1)および(2-3)においても重量%表示による好ましい $\text{Bi}_2\text{O}_3$ の導入量は4重量%超を目安にすることができる。さらに、ガラス(1-1)~(2-3)のいずれにおいても重量%表示による $\text{Bi}_2\text{O}_3$ の導入量は4.5重量%以上、さらに好ましい導入量は5重量%以上を目安にすることができる。

#### 【0027】

なお、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 及び $\text{Bi}_2\text{O}_3$ の合計量は45モル%を超えると、高屈折率高分散の特性が得られるものの、溶解したガラスが着色し、失透安定性も悪化する。その合計量が25モル%より少なくなると、所期の目的とする屈折率及び分散などの光学特性が得られなくなるので、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、及び $\text{Bi}_2\text{O}_3$ の合計量は25~45モル%の範囲とする。好ましくは27~42モル%の範囲である。

#### 【0028】

$\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、及び $\text{K}_2\text{O}$ などのアルカリ金属酸化物は、いずれもガラスの耐失透性を良くし、屈伏点温度や液相温度を低下させ、ガラスの高温熔融性をよくするために導入された成分である。そのため、 $\text{Li}_2\text{O}$ を3重量%超かつ15重量%以下、好ましくは3重量%超かつ15重量%未満、より好ましくは3.1~14.5重量%導入する。モル%表示による $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ の好ましい導入量は $\text{Li}_2\text{O}$ が2モル%以上、より好ましくは4モル%以上であり、 $\text{Na}_2\text{O}$ が4モル%以上がある。しかし、 $\text{Li}_2\text{O}$ と $\text{Na}_2\text{O}$ をそれぞれ25モル%以上、 $\text{K}_2\text{O}$ を15モル%以上導入するとガラスの安定性が悪くなるばかりでなく、目的とする高屈折率・高分散特性が得られなくなる。また、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及び $\text{K}_2\text{O}$ の合計量を42モル%以上導入してもガラスの安定性が悪くなるばかりでなく、目的とする高屈折率・高分散特性が得られなくなる。したがって、 $\text{Li}_2\text{O}$ の導入量をより好ましくは4~25モル%とし、 $\text{Na}_2\text{O}$ の導入量を4~25モル%、 $\text{K}_2\text{O}$ の導入量を0~15モル%とし、さらに $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及び $\text{K}_2\text{O}$ の合計導入量を42モル%以下、好ましくは42モル%未満とする。 $\text{Li}_2\text{O}$ を4~25モル%、 $\text{Na}_2\text{O}$ を5~20モル%、 $\text{K}_2\text{O}$ を1~15モル%、それぞれ導入することが好ましい。 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及び $\text{K}_2\text{O}$ の合計導入量のより好ましい範囲は38モル%以下である。 $\text{Li}_2\text{O}$ を5~20モル%、 $\text{K}_2\text{O}$ を1~8モル%導入することがさらに好ましい。

#### 【0029】

なお、 $\text{K}_2\text{O}$ は $\text{TiO}_2$ と共存することにより、ガラスの着色を抑える働きをするため、ガラス(1-1)~(1-3)及び(2-1)~(2-3)のいずれにおいても必須成分とするのが好ましく、1モル%以上導入することがより好ましく、上記のように1~15モル%導入することがさらに好ましく、1~8モル%導入することがより一層好ましい。

#### 【0030】

$\text{B}_2\text{O}_3$ は、ガラスの熔融性の向上やガラスの均質化に非常に有効な成分であると同時に、少量の $\text{B}_2\text{O}_3$ の導入でガラス内部にあるOHの結合性を変え、プレス時にガラスを発泡させない非常に有効な成分である。しかし、 $\text{B}_2\text{O}_3$ は15モル%より多く導入すると、高屈折率を保つために多量の $\text{Nb}_2\text{O}_5$ を導入しなければならず、ガラスが非常に不安定となる。そのため、 $\text{B}_2\text{O}_3$ の導入量は0~15モル%とする。好ましくは1~15モル%、より好ましくは1~12モル%の範囲である。但し、上記熔融性、発泡の防止効果をより高めるため、ガラス(1-2)および(2-2)においては $\text{B}_2\text{O}_3$ を必須成分として導入する。さらに、ガラス(1-1)~(2-3)のいずれにおいても、 $\text{B}_2\text{O}_3$ を1~15モル%導入することが好ましい。

#### 【0031】

BaOはガラスの屈折率を高め、失透安定性を向上させ、液相温度を低下させるために有効な成分である。特に多量のWO<sub>3</sub>を導入する場合、BaOの導入でガラスの着色を押さえ、失透安定性を高める効果大きい。しかし、BaOの導入が15モル%を超えると、ガラスが不安定となるばかりでなく、転移温度、屈伏点温度も高くなるので、BaOの導入量は0～15モル%に制限される。より好ましくは0～12モル%、さらに好ましくは0モル%超12モル%以下である。

#### 【0032】

ZnOはガラスの屈折率や分散を高めるために導入される成分で、少量のZnOの導入で転移温度や屈伏点温度、または液相温度を低める効果もある。しかし、多量に導入すると、ガラスの失透安定性が著しく悪化し、液相温度も逆に高くなる恐れがある。したがって、ZnO導入量は0～12モル%の範囲とする。好ましくは1～10モル%、さらに好ましくは2～8モル%の範囲である。

#### 【0033】

Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とAs<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はガラスの清澄剤として有効である。しかし、いずれも1モル%を超えて添加すると、精密プレス成形時にガラスが発泡しやすくなるので、その導入量は1モル%以下に限定される。しかし、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は毒性を有するため、環境への影響に配慮すると、導入しないことが望ましい。さらに、SiO<sub>2</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO、MgO、及びCs<sub>2</sub>Oなどの成分も本発明の目的を損なわない程度であれば合計量で2モル%までの導入は可能である。ただし、PbO、CdOは環境影響上導入しないことが望ましい。

#### 【0034】

ガラス(2)は、上記成分の合計量が98モル%以上である。上記成分の合計量が98モル%未満では、本発明の目的である、高屈折率高分散特性、低軟化性、高安定性などの諸性質が得られない恐れがある。また、上記成分の合計量は、好ましくは、99モル%以上である。なお、上記成分からAs<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を除いたものの合計量を上記各範囲にすることが望ましい。

#### 【0035】

以下、特に好ましい組成範囲を示す。

(好ましい組成範囲1)

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 17～28モル%、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10～25モル%、WO<sub>3</sub> 2～40モル%、TiO<sub>2</sub> 2～8モル%、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1～15モル%、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>及びBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の合計量 27～42モル%、Li<sub>2</sub>O 4～25モル%、Na<sub>2</sub>O 5～20モル%、K<sub>2</sub>O 1～15モル%、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O及びK<sub>2</sub>Oの合計量 38モル%以下、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1～12モル%、BaO 0～12モル%、ZnO 1～10モル%、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0～1モル%、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0～1モル%であり、前記成分の合計量が98モル%以上のガラス(2)。より好ましくはAs<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は0モル%である。

#### 【0036】

(好ましい組成範囲2)

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 17～28モル%、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12～23モル%、WO<sub>3</sub> 2.5～30モル%、TiO<sub>2</sub> 2～8モル%、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2モル%超かつ15モル%以下、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>及びBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の合計量 27～42モル%、Li<sub>2</sub>O 5～20モル%、Na<sub>2</sub>O 5～20モル%、K<sub>2</sub>O 1～8モル%、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O及びK<sub>2</sub>Oの合計量 38モル%以下、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1～12モル%、BaO 0～12モル%、ZnO 2～8モル%、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0～1モル%、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0～1モル%であり、前記成分の合計量が98モル%以上のガラス(2)。より好ましくはAs<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は0モル%である。

#### 【0037】

(好ましい組成範囲3)

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 17～28モル%、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12～23モル%、WO<sub>3</sub> 2.5～30モル%、TiO<sub>2</sub> 2～8モル%、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2モル%超かつ10モル%以下、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>及びBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の合計量 27～42モル%、Li<sub>2</sub>O 5～20モル%、Na<sub>2</sub>O 5～20モル%、K<sub>2</sub>O 1～8モル%、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O及びK<sub>2</sub>Oの合計量 38モル%以下、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1～12モル%、BaO 0～12モル%、ZnO 2～8モル%、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0～1モル%、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0～1モル%であり、前記成分の合計量が98モル%以上のガラス(2)。より好ましくはAs<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は0モル%である。

#### 【0038】

(好ましい組成範囲 4)

$P_2O_5$  17~28モル%、 $Nb_2O_5$  12~23モル%、 $WO_3$  2.5~30モル%、 $TiO_2$  2~8モル%、 $Bi_2O_3$  2モル%超かつ10モル%以下、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$  及び  $Bi_2O_3$  の合計量 27~42モル%、 $Li_2O$  5~20モル%、 $Na_2O$  5~20モル%、 $K_2O$  1~8モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$  及び  $K_2O$  の合計量 38モル%以下、 $B_2O_3$  1~12モル%、 $BaO$  0モル%超12モル%以下、 $ZnO$  2~8モル%、 $Sb_2O_3$  0~1モル%、 $As_2O_3$  0~1モル%であり、前記成分の合計量が98モル%以上のガラス(2)。より好ましくは  $As_2O_3$  は0モル%である。

#### 【0039】

なお、上記好ましい組成範囲はいずれも、ガラス(2)の各態様であるガラス(2-1)~(2-3)の組成範囲内に限定される。上記好ましい組成範囲のいずれにおいても、前記成分の合計量が99モル%以上であることが望ましく、100モル%であることがさらに望ましく、 $As_2O_3$  を含まないことが好ましい。

#### 【0040】

ガラス(1)及びガラス(2)において、ガラス転移温度( $T_g$ )が530℃以下又は屈伏点温度( $T_s$ )が560℃以下のものが精密プレス成形用の光学ガラスとして好ましい。より好ましくはガラス転移温度( $T_g$ )が530℃以下かつ屈伏点温度( $T_s$ )が560℃以下のものである。

#### 【0041】

熔融ガラスから、ガラスが塑性変形可能な状態にある間にプレス成形用プリフォームを成形する上でガラスの安定性は重要である。上記プリフォームの成形を良好に行う上からガラス(1)及びガラス(2)において液相温度が970℃以下であることが好ましい。

#### 【0042】

(ガラス(1)及びガラス(2)の製造方法)

ガラス(1)及びガラス(2)の原料としては、 $P_2O_5$  については  $H_3PO_4$ 、メタリン酸塩、五酸化二磷など、 $B_2O_3$  については  $HBO_3$ 、 $B_2O_3$  などを用い、他の成分については炭酸塩、硝酸塩、酸化物などを適宜に用いることが可能である。これらの原料を所定の割合に秤取し、混合して調合原料とし、これを1000~1250℃に加熱した熔解炉に投入し、熔解・清澄・攪拌し、均質化してから鑄型に鑄込み徐冷することにより、本発明の低融点、高屈折率・高分散光学ガラスを得ることができる。

#### 【0043】

ガラス(1)は、屈折率(nd)が1.75~2.0、アッペ数( $\nu_d$ )が18~30であり、ガラス(2)は、屈折率(nd)が1.75~2.0かつアッペ数( $\nu_d$ )が18~30であるものが好ましい。屈折率(nd)及びアッペ数( $\nu_d$ )が上記範囲にあるガラス(1)を得るには、例えば、 $Bi_2O_3$  を2~15モル%の範囲とし、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$  の合計量を25~45モル%の範囲とし、目標の光学恒数になるように、各成分の量を調整すれば良い。屈折率(nd)及びアッペ数( $\nu_d$ )が上記範囲にあるガラス(2)を得るには、前記各成分の含有量を上記範囲内で適宜調整すれば良い。

#### 【0044】

さらに本発明では、上記ガラス(1)または(2)からなる精密プレス成形用プリフォームを包含する。精密プレス成形用プリフォームとは、プレス成形品に等しい重量のガラス製成形体であり、その製造方法については、後述する精密プレス成形用プリフォームの製法と同様である。

#### 【0045】

[精密プレス成形用プリフォームとその製法]

次に、本発明の精密プレス成形用プリフォーム[請求項9~11]およびその製造方法について説明する。精密プレス成形用プリフォームは、プレス成形品に等しい重量のガラス製成形体である。プリフォームはプレス成形品の形状に応じて適当な形状に成形されているが、その形状として、球状、回転楕円体状などを例示することができる。プリフォームは、プレス成形可能な粘度になるよう、加熱してプレス成形に供される。

#### 【0046】

上記回転楕円体形状も含め、プリフォームの形状としては回転対称軸を一つ備えるものが好ましい。このような回転対称軸を一つ備える形状としては、前記回転対称軸を含む断面において角や窪みがない滑らかな輪郭線をもつもの、例えば上記断面において短軸が回転対称軸に一致する楕円を輪郭線とするものがある。また、前記断面におけるプリフォームの輪郭線上の任意の点と回転対称軸上にあるプリフォームの重心を結ぶ線と、前記輪郭線上の点において輪郭線に接する接線とのなす角の一方の角の角度を $\theta$ としたとき、前記点が回転対称軸上から出発して輪郭線上を移動するときに、 $\theta$ が $90^\circ$ から単調増加し、続いて単調減少した後、単調増加して輪郭線が回転対称軸と交わる他方の点において $90^\circ$ になる形状が好ましい。

#### 【0047】

本発明の精密プレス成形用プリフォームは以下の通りである。

本発明の精密プレス成形用プリフォームの第一の態様は、必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ を、任意成分として $B_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $Bi_2O_3$ の含有量が4重量%超かつ15モル%以下、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量が25～45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッペ数( $\nu_d$ )が18～30である光学ガラスからなるものである。上記 $Bi_2O_3$ の量は4.5重量%以上であることが好ましく、5重量%以上であることがより好ましい。

#### 【0048】

第二の態様は、必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 、 $B_2O_3$ を、任意成分として $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $Bi_2O_3$ の含有量が0.5～15モル%、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量が25～45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッペ数( $\nu_d$ )が18～30である光学ガラスからなるものである。上記 $B_2O_3$ の量は1～15%であることが好ましく、1～12%であることがより好ましい。

#### 【0049】

第三の態様は、必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ を、任意成分として $B_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $WO_3$ の含有量が15重量%未満、 $Bi_2O_3$ の含有量が0.5～15モル%、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量が25～45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッペ数( $\nu_d$ )が18～30である光学ガラスからなるものである。上記 $WO_3$ の含有量は14.5重量%以下であることが好ましく、14重量%以下であることがより好ましい。

#### 【0050】

上記第一の態様～第三の態様のいずれにおいても、前記ガラスの $Li_2O$ 含有量が3重量%超であることが好ましく、 $Li_2O$ 含有量の上限は好ましくは15重量%である。さらに、上記第一の態様の組成範囲と第二の態様の組成範囲とが重複する組成範囲を有するガラスからなるプリフォーム、第二の態様の組成範囲と第三の態様の組成範囲とが重複する組成範囲を有するガラスからなるプリフォーム、第三の態様の組成範囲と第一の態様の組成範囲とが重複する組成範囲を有するガラスからなるプリフォーム、第一の態様の組成範囲と第二の態様の組成範囲と第三の態様の組成範囲とが重複する組成範囲を有するガラスからなるプリフォームが、それぞれより一層好ましい態様である。

なお、本発明のプリフォームにおける組成限定の理由は、上記ガラス(1)及び(2)の場合と同様である。

#### 【0051】

上記各プリフォームには、必要に応じて離型膜などの薄膜を表面に備えていてもよい。離型膜としては炭素含有膜、自己組織化膜などを例示することができる。上記プリフォームは、所要の光学恒数を有する光学素子のプレス成形が可能である。

#### 【0052】

また、本発明の精密プレス成形用プリフォームは、上記組成のガラスの塊を熔融状態の

ガラスから成形し、それを固化して形成するが、固化後、機械加工することなしに形成されたものである。即ち、本発明の精密プレス成形用プリフォームは、例えば、流出する熔融ガラスから所定重量の熔融ガラス塊を分離し、冷却し、固化して、所定重量の上記光学ガラスよりなるプリフォームを成形することにより製造することができる。

#### 【0053】

前記方法によれば、切断、研削、研磨などの機械加工が不要という利点がある。機械加工が施されたプリフォームでは、機械加工前にアニールを行うことによって破損しない程度にまでガラスの歪を低減しておかなければならない。しかし、上記プリフォームの製造方法によれば、破損防止用アニールは不要である。また表面が滑らかなプリフォームを成形することもできる。

#### 【0054】

さらに、上記プリフォームの製造方法において、滑らかなで清浄な表面を付与するという観点から、プリフォームは風圧が加えられた浮上状態で成形することが好ましい。また、全表面が熔融状態のガラスが固化して形成されたプリフォーム、表面が自由表面からなるプリフォームすなわち全表面が自由表面であるプリフォームが好ましい。さらに、シアマークと呼ばれる切断痕のないものが望ましい。シアマークは、流出する熔融ガラスを切断刃によって切断する時に発生する。シアマークが精密プレス成形品に成形された段階でも残留すると、その部分は欠陥となってしまう。そのため、プリフォームの段階からシアマークを排除しておくことが好ましい。切断刃を用いず、シアマークが生じない熔融ガラスの分離方法としては、流出パイプから熔融ガラスを滴下する方法、あるいは流出パイプから流出する熔融ガラス流の先端部を支持し、所定重量の熔融ガラス塊を分離できるタイミングで上記支持を取り除く方法（降下切断法という。）などがある。降下切断法では、熔融ガラス流の先端部側と流出パイプ側の間に生じたくびれ部でガラスを分離し、所定重量の熔融ガラス塊を得ることができる。続いて、得られた熔融ガラス塊が軟化状態にある間にプレス成形に供するために適した形状に成形することでプリフォームが得られる。

#### 【0055】

上記プリフォームの製造方法では、プリフォーム1個分の熔融ガラス塊を分離し、このガラス塊が軟化点以上の高温状態にある間にプリフォームに成形するが、熔融ガラスを鋳型に流し込んで上記光学ガラスからなるガラス成形体を成形し、このガラス成形体に機械加工を加えて所望重量のプリフォームとしてもよい。なお機械加工を加える前にガラスが破損しないよう、ガラスをアニールすることにより十分除歪処理を行うことが好ましい。

#### 【0056】

##### [光学素子とその製法]

本発明の光学素子は、上記光学ガラスからなるものであり、上記プリフォームを加熱し、精密プレス成形して作製することができる。

#### 【0057】

本発明によれば、光学素子を構成するガラスが光学ガラスであるので、前記ガラスの各特性(屈折率(nd)及びアッペ数(υd))を備えており、所要の光学恒数を有する光学素子を提供することができる。

#### 【0058】

本発明の光学素子としては、球面レンズ、非球面レンズ、マイクロレンズなどの各種のレンズ、回折格子、回折格子付のレンズ、レンズアレイ、プリズムなどを例示することができる。上記光学素子としては、プリフォームを加熱、軟化し精密プレス成形して得られたものであることが望ましい。

なお、この光学素子には必要に応じて、反射防止膜、全反射膜、部分反射膜、分光特性を有する膜などの光学薄膜を設けることもできる。

#### 【0059】

次に光学素子の製造方法について説明する。

本発明の光学素子の製造方法は、上記光学ガラスからなるプレス成形用プリフォーム又は上記製造方法により作製されたプレス成形用プリフォームを加熱して精密プレス成形す

ることを特徴とする。

精密プレス成形法はモールドオプティクス成形法とも呼ばれ、既に当該発明の属する技術分野においてはよく知られたものである。

#### 【0060】

光学素子の光線を透過したり、屈折させたり、回折させたり、反射させたりする面を光学機能面と呼ぶ。例えばレンズを例にとると非球面レンズの非球面や球面レンズの球面などのレンズ面が光学機能面に相当する。精密プレス成形法はプレス成形型の成形面を精密にガラスに転写することにより、プレス成形で光学機能面を形成する方法である。つまり光学機能面を仕上げるために研削や研磨などの機械加工を加える必要がない。

#### 【0061】

したがって、本発明の方法は、レンズ、レンズアレイ、回折格子、プリズムなどの光学素子の製造に好適であり、特に非球面レンズを高生産性のもとに製造する際に最適である。

#### 【0062】

本発明の光学素子の製造方法によれば、上記光学特性を有する光学素子を作製できるとともに、プリフォームを構成するガラスの転移温度 ( $T_g$ ) が低く、ガラスのプレス成形としては比較的低い温度でプレスが可能になるので、プレス成形型の成形面への負担が軽減され、成形型の寿命を延ばすことができる。またプリフォームを構成するガラスが高い安定性を有するので、再加熱、プレス工程においてもガラスの失透を効果的に防止することができる。さらに、ガラス熔解から最終製品を得る一連の工程を高生産性のもとに行うことができる。

#### 【0063】

精密プレス成形法に使用するプレス成形型としては公知のもの、例えば炭化珪素、超硬材料、ステンレス鋼などの型材の成形面に離型膜を設けたものを使用することができるが、炭化珪素製のプレス成形型が好ましい。離型膜としては炭素含有膜、貴金属合金膜などを使用することができるが、耐久性、コストの面などから炭素含有膜が好ましい。

#### 【0064】

高屈折率付与成分を含有する磷酸塩ガラスでは、精密プレス成形時にガラスとプレス成形型表面の離型膜、特に炭素含有膜とが反応し、精密プレス成形品表面に傷や泡が発生しやすい。しかし、上記プリフォームを使用することにより、上記傷や泡の発生を低減、防止することができる。プレス成形型は上型及び下型を備え、必要に応じて胴型も備える。

#### 【0065】

精密プレス成形法では、プレス成形型の成形面を良好な状態に保つため成形時の雰囲気为非酸化性ガスにすることが望ましい。非酸化性ガスとしては窒素、窒素と水素の混合ガスなどが好ましい。

#### 【0066】

次に本発明の光学素子の製造方法に特に好適な精密プレス成形法について説明する。  
(精密プレス成形法1)

この方法は、プレス成形型にプレス成形用プリフォームを導入し、プレス成形型と前記プリフォームを一緒に加熱し、精密プレス成形するというものである (精密プレス成形法1という)。

精密プレス成形法1において、プレス成形型と前記プリフォームの温度とともに、プリフォームを構成するガラスが  $10^6 \sim 10^{12}$  dPaS の粘度を示す温度に加熱して精密プレス成形を行うことが好ましい。

#### 【0067】

また前記ガラスが  $10^{12}$  dPaS 以上、より好ましくは  $10^{14}$  dPaS 以上、さらに好ましくは  $10^{16}$  dPaS 以上の粘度を示す温度にまで冷却してから精密プレス成形品をプレス成形型から取り出すことが望ましい。

#### 【0068】

上記の条件により、プレス成形型成形面の形状をガラスにより精密に転写することがで



きるとともに、精密プレス成形品を変形することなく取り出すこともできる。

(精密プレス成形法 2)

この方法は、プレス成形型とプレス成形用プリフォームを別々に予熱し、予熱したプリフォームをプレス成形型に導入して精密プレス成形するというものである(精密プレス成形法 2 という)。

【0 0 6 9】

この方法によれば、前記プリフォームをプレス成形型に導入する前に予め加熱するので、サイクルタイムを短縮化しつつ、表面欠陥のない良好な面精度の光学素子を製造することができる。

【0 0 7 0】

なおプレス成形型の予熱温度をプリフォームの予熱温度よりも低く設定することが好ましい。このようにプレス成形型の予熱温度を低くすることにより、前記型の消耗を低減することができる。

【0 0 7 1】

精密プレス成形法 2 において、前記プリフォームを構成するガラスが  $10^9$  dPaS 以下、より好ましくは  $10^9$  dPaS の粘度を示す温度に予熱することが好ましい。

また、前記プリフォームを浮上しながら予熱することが好ましく、さらに前記プリフォームを構成するガラスが  $10^{5.5} \sim 10^9$  dPaS、より好ましくは  $10^{5.5}$  dPaS 以上  $10^9$  dPaS 未満の粘度を示す温度に予熱することがさらに好ましい。

またプレス開始と同時に又はプレスの途中からガラスの冷却を開始することが好ましい。

なおプレス成形型の温度は、前記プリフォームの予熱温度よりも低い温度に調温させるが、前記ガラスが  $10^9 \sim 10^{12}$  dPaS の粘度を示す温度を目安にすればよい。

【0 0 7 2】

この方法において、プレス成形後、前記ガラスの粘度が  $10^{12}$  dPaS 以上にまで冷却してから離型することが好ましい。

精密プレス成形された光学素子はプレス成形型より取り出され、必要に応じて徐冷される。成形品がレンズなどの光学素子の場合には、必要に応じて表面に光学薄膜をコートしてもよい。

【実施例】

【0 0 7 3】

以下、本発明を実施例によりさらに説明する。

(実施例 1 ～ 4 0)

表 1 に各実施例のガラスの組成、屈折率(nd)、アッペ数( $\nu_d$ )、転移温度(Tg)、屈伏点温度(Ts)、及び液相温度(L.T.)、比重を示す。いずれのガラスとも各成分の原料として各々相当する酸化物、水酸化物、炭酸塩、及び硝酸塩を使用し、ガラス化した後に表 1 ～ 2 に示す組成となるように前記原料を秤量し、十分混合した後、白金坩堝に投入して電気炉で  $1000 \sim 1250^\circ\text{C}$  の温度範囲で熔融し、攪拌して均質化を図り、清澄してから適当な温度に予熱した金型に鋳込む。鋳込んだガラスを転移温度まで冷却してから直ちにアニール炉に入れ、室温まで徐冷して各光学ガラスを得た。

【0 0 7 4】

得られた光学ガラスについて、屈折率(nd)、アッペ数( $\nu_d$ )、転移温度(Tg)、屈伏点温度(Ts)、液相温度(L.T.)を、以下のようにして測定した。結果を表 3 ～ 4 に示す。

(1) 屈折率(nd) 及びアッペ数( $\nu_d$ )

徐冷降温速度を  $-30^\circ\text{C}/\text{時}$  にして得られた光学ガラスについて測定した。

(2) 転移温度(Tg) 及び屈伏点温度(Ts)

理学電機株式会社の熱機械分析装置により昇温速度を  $4^\circ\text{C}/\text{分}$  にして測定した。

(3) 液相温度(L.T.)

$400 \sim 1150^\circ\text{C}$  の温度勾配のついた失透試験炉に 1 時間保持し、倍率 80 倍の顕微鏡により結晶の有無を観察し、結晶の析出が認められない最高温度を液相温度とした。

(4) 比重

アルキメデス法を用いて算出した。

【0075】

【表1】

No	組成 (モル%)													
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	WO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + WO <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub> + Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Li <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	ZnO	合計
1	24	19	8	5	2	34	20	11	2	33	4	3	2	100
2	23	19	8	5	3	35	20	11	2	33	4	3	2	100
3	22	19	8	5	4	36	20	11	2	33	4	3	2	100
4	23	19	8	5	4	36	20	11	2	33	4	2	2	100
5	23	19	8	5	5	37	20	11	2	33	4	1	2	100
6	23	19	8	5	6	38	18	13	2	33	4	0	2	100
7	22	19	8	5	6	38	15	15	4	34	4	0	2	100
8	23	19	8	5	4	36	18	15	2	35	4	0	2	100
9	23	19	4	5	8	36	18	15	2	35	4	0	2	100
10	23	19	6	5	6	36	18	13	2	33	4	4	0	100
11	23	18	5	5	5	33	18	18	0	36	4	2	2	100
12	23	21	6	3	6	36	18	15	2	35	4	0	2	100
13	23	19	8	3	6	36	18	15	2	35	4	0	2	100
14	23	19	10	1	6	36	18	15	2	35	4	0	2	100
15	24	18	6	5	6	35	18	15	2	35	4	0	2	100
16	24	18	5	6	4	33	20	13	2	35	4	2	2	100
17	24	18	5	6	4	33	20	15	2	37	4	2	0	100
18	24	18	5	6	4	33	20	17	2	39	4	0	0	100
19	24	18	5	5	5	33	20	15	2	37	4	2	0	100

【0076】

【表 2】

No	組成 (モル%)													
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	WO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + WO <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub> + Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Li <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	ZnO	合計
20	24	18	5	6	4	33	20	15	2	37	4	1	1	100
21	24	18	5	5	3	31	20	15	2	37	4	2	2	100
22	24	18	5	5	2	30	20	14	2	36	4	3	3	100
23	24	18	5	5	3	31	20	14	2	36	5	2	2	100
24	24	19	5	5	4	33	20	13	2	35	4	2	2	100
25	26	19	5	5	4	33	20	13	2	35	4	1	1	100
26	27	19	5	5	4	33	20	13	2	35	4	1	0	100
27	25	19	5	5	4	33	20	13	2	35	5	1	1	100
28	25	19	5	5	4	33	19	13	2	34	4	2	2	100
29	26	19	5	5	4	33	18	13	2	33	4	2	2	100
30	24	19	5	5	4	33	20	13	2	35	6	1	1	100
31	24	19	5	5	4	33	20	13	2	35	7	1	0	100
32	24	19	6	6	8	39	18	11	2	31	4	2	0	100
33	24	20	6	5	8	39	18	13	2	33	4	0	0	100
34	24	18	6	6	9	39	18	13	2	33	4	0	0	100
35	24	19	5	5	4	33	20	13	2	35	5	2	1	100
36	24	19	6	5	4	34	20	13	2	35	5	2	0	100
37	24	18	6	6	4	34	20	13	2	35	4	2	1	100
38	25	19	6	5	4	34	21	12	2	35	4	1	1	100
39	25	19	6	5	4	34	20	12	2	34	4	2	1	100
40	24	18	5	5	3	31	20	13	2	35	6	2	2	100

【0077】

【表 3】

No.	比重	T <sub>g</sub> (°C)	T <sub>s</sub> (°C)	n <sub>d</sub>	ν <sub>d</sub>	液相温度 (°C)
1	3.803	466	519	1.84541	23.15	900
2	3.905	461	515	1.86007	22.74	920
3	4.009	454	508	1.87427	22.37	940
4	3.967	460	516	1.86996	22.38	930
5	4.027	453	505	1.8794	22.04	920
6	4.086	448	497	1.88863	21.73	920
7	4.079	445	496	1.87915	21.77	930
8	3.913	453	504	1.86137	22.37	920
9	4.115	452	502	1.8847	21.88	940
10	4.086	458	505	1.87644	22.38	920
11	3.938	443	492	1.85136	21.86	920
12	4.037	449	498	1.87988	22.04	930
13	4.066	443	495	1.870148	22.33	920
14	4.117	441	492	1.86783	22.58	920
15	3.981	442	493	1.86026	22.61	920
16	3.835	452	500	1.84594	23.2	910
17	3.805	462	516	1.83927	23.32	910
18	3.752	450	497	1.834	23.28	910
19	3.885	449	497	1.84422	23.31	910
20	3.795	453	505	1.84017	23.23	900

【 0 0 7 8 】

【表 4】

No.	比重	T <sub>g</sub> (°C)	T <sub>s</sub> (°C)	n <sub>d</sub>	ν <sub>d</sub>	液相温度 (°C)
21	3.741	451	502	1.82602	23.96	900
22	3.692	457	508	1.81892	24.35	900
23	3.735	460	511	1.82674	23.97	900
24	3.851	452	504	1.84979	23.1	900
25	3.783	455	507	1.83979	23.3	900
26	3.757	466	518	1.83435	23.46	900
27	3.791	461	514	1.84257	23.23	900
28	3.832	458	510	1.84575	23.2	900
29	3.818	462	515	1.84195	23.29	900
30	3.794	454	507	1.84503	23.12	900
31	3.772	461	515	1.84224	23.17	900
32	4.194	460	513	1.90015	21.51	900
33	4.152	456	512	1.89836	21.41	900
34	4.208	452	505	1.89648	21.48	900
35	3.827	460	513	1.84706	23.16	900
36	3.846	455	506	1.84995	23.04	900
37	3.857	454	506	1.84928	23	900
38	3.83	456	504	1.84980	22.95	890
39	3.854	458	505	1.85054	23.01	890
40	3.727	450	503	1.82732	23.92	890

## 【0079】

(実施例 41)

次に実施例 1～40 に相当する清澄、均質化した熔融ガラスを、ガラスが失透することなく、安定した流出が可能な温度域に温度調整された白金合金製のパイプから一定流量で流出し、滴下又は降下切断法にて目的とするプリフォームの重量の熔融ガラス塊を分離し、熔融ガラス塊をガス噴出口を底部に有する受け型に受け、ガス噴出口からガスを噴出してガラス塊を浮上しながらプレス成形用プリフォームを成形した。熔融ガラスの分離間隔を調整、設定することにより直径2～30mmの球状プリフォームを得る。プリフォームの重量は設定値に精密に一致しており、いずれも表面が滑らかなものであった。

## 【0080】

**(実施例 4 2)**

実施例 4 1 で得られたプリフォームを、図 1 に示すプレス装置を用いて精密プレス成形して非球面レンズを得た。具体的にはプリフォームをプレス成形型を構成する下型 2 及び上型 1 の間に設置した後、石英管 1 1 内を窒素雰囲気としてヒーター 1 2 に通電して石英管 1 1 内を加熱した。プレス成形型内部の温度を成形されるガラスが  $10^8 \sim 10^{10}$  dPaS の粘度を示す温度に設定し、同温度を維持しつつ、押し棒 1 3 を降下させて上型 1 を押し、成形型内にセットされたプリフォームをプレスした。プレスの圧力は 8MPa、プレス時間は 30 秒とした。プレスの後、プレスの圧力を解除し、プレス成形されたガラス成形品を下型 2 及び上型 1 と接触させたままの状態の前記ガラスの粘度が  $10^{12}$  dPaS 以上になる温度まで徐冷し、次いで室温まで急冷してガラス成形品を成形型から取り出し非球面レンズを得た。得られた非球面レンズは、極めて高い面精度を有するレンズであった。

**【0 0 8 1】**

精密プレス成形により得られた非球面レンズには必要に応じて反射防止膜を設けてもよい。

**(実施例 4 3)**

実施例 4 1 で得られたプリフォームを、浮上しながらプリフォームを構成するガラスの粘度が  $10^8$  dPaS になる温度に予熱する。一方で上型、下型、胴型を備えるプレス成形型を加熱し、前記ガラスが  $10^9 \sim 10^{12}$  dPaS の粘度を示す温度にし、予熱したプリフォームをプレス成形型のキャビティ内に導入して精密プレス成形する。プレスの圧力は 1 0 MPa とした。プレス開始とともにガラスとプレス成形型の冷却を開始し、成形されたガラスの粘度が  $10^{12}$  dPaS 以上となるまで冷却した後、成形品を離型して非球面レンズを得た。得られた非球面レンズは、極めて高い面精度を有するレンズであった。

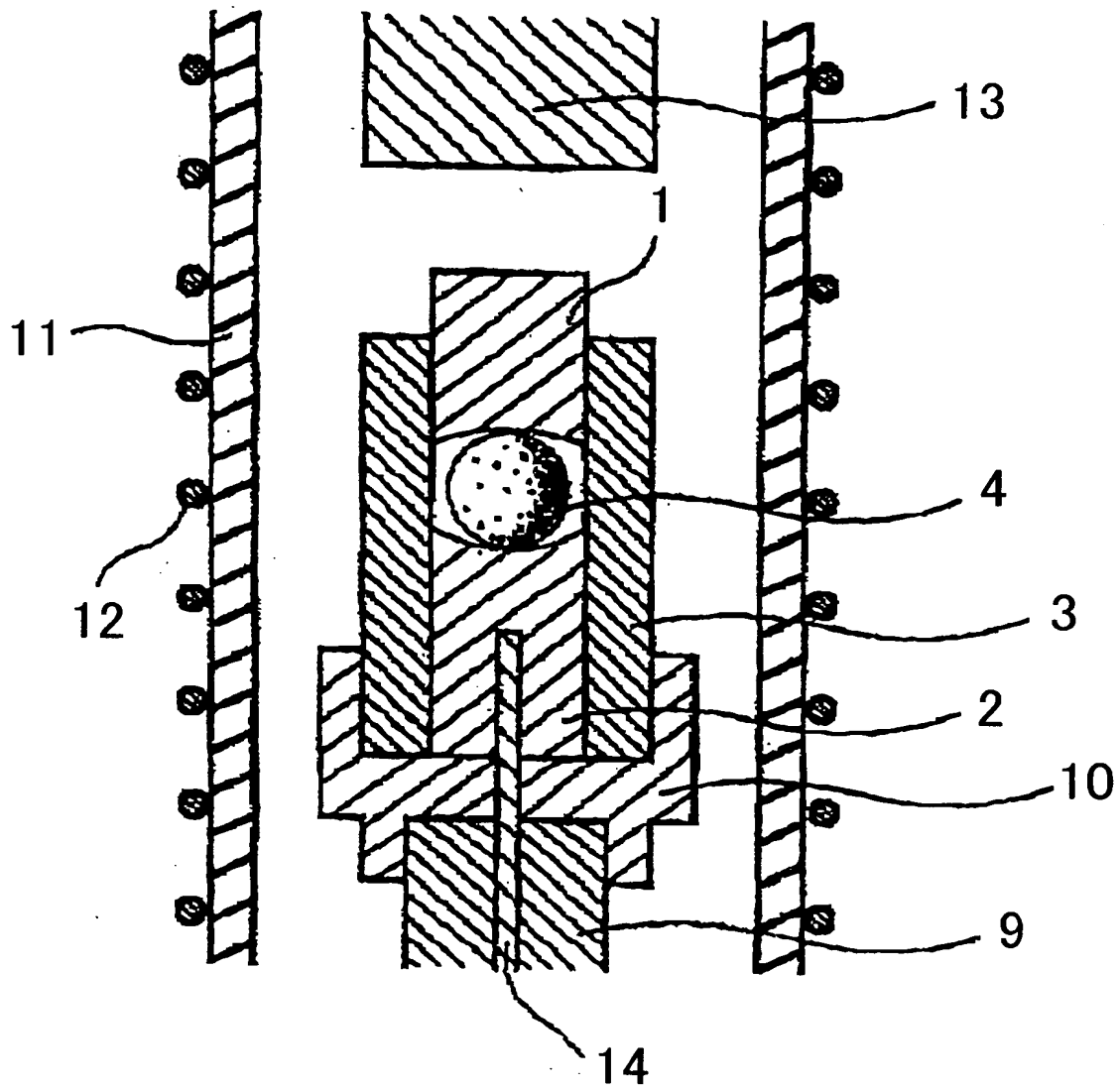
**【0 0 8 2】**

精密プレス成形により得られた非球面レンズには必要に応じて反射防止膜を設けてもよい。

**【図面の簡単な説明】****【0 0 8 3】**

**【図 1】** 非球面レンズを精密プレス成形するためのプレス装置の概略図。

【書類名】 図面  
【図 1】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 高屈折率高分散特性を有し、精密プレス成形に好適な光学ガラス、精密プレス成形用プリフォームとその製造方法、ならびに前記光学ガラスよりなる光学素子及びその製造方法を提供する。

**【解決手段】** 必須成分として $P_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ を、任意成分として $B_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $ZnO$ 、 $K_2O$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $As_2O_3$ を含有し、 $Bi_2O_3$ の含有量が0.5～15モル%、 $Nb_2O_5$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 及び $Bi_2O_3$ の合計量が25～45モル%、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の合計含有量が42モル%以下、前記必須成分と任意成分の合計量が98モル%以上であり、屈折率(nd)が1.75～2.0、アッベ数 ( $v_d$ ) が18～30である精密プレス成形用の光学ガラス。この光学ガラスよりなる精密プレス成形用プリフォーム。流出する熔融ガラスから所定重量の熔融ガラス塊を分離して、前記重量の上記光学ガラスよりなるプレス成形用プリフォームを成形する方法。上記の光学ガラスよりなる光学素子。プレス成形用プリフォーム又は上記製造方法により作製されたプレス成形用プリフォームを加熱して精密プレス成形する光学素子の製造方法。

**【選択図】**



特願 2 0 0 3 - 3 0 4 3 6 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 1 1 3 2 6 3 ]

1. 変更年月日	2 0 0 2 年 1 2 月 1 0 日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号
氏 名	H O Y A 株式会社